19-21＜問い合わせ回答＞2007/10/22

【問合せ内容】
テーマ：JIS C 6802:2005　レーザ製品の安全基準　について
概要：
クラス 4 レーザを搭載している装置に対して、表題規格に従ってアクセスパネルへのラベル表示を初めとした安全対策を装置に施した場合、装置に『周囲はクラス１環境』である旨を表示することを考えています。
質問：
以下 2 点ありますので、回答よろしくお願いいたします。
①まず、そもそもその様な表示は問題ないでしょうか？
②表示するとしたら、以下表現で問題ないでしょうか？
　『装置周囲環境：クラス１
　本装置はクラス 4 レーザ製品を搭載していますが、装置周囲はクラス 1 となっています』

【回答】
　JIS C 6802（2005 年版）によって、回答いたします。この装置は、JIS では用語の定義の節 3,29 における組込形レーザ製品（embedded laser product）であると考えられます。以下のごとく定義されています。

「**3.29　組込形レーザ製品(embedded laser product)**　この規格では，被ばく放出を制限するような技術的手段によって，組み込まれているレーザの本来の能力よりも低いクラスに割り当てられたレーザ製品。
備考　組込形レーザ製品に組み込まれているレーザは，組込形レーザと呼ぶ。」

弊社装置で、クラス 4 レーザを搭載しているものがありますが、表題規格に従ってアクセスパネルへのラベル表示を初めとした安全対策を装置に施しています。

の内容において、「組込型レーザ」の発振器自体がクラス 4 のレーザ製品であれば、レーザの出力ビームに十分耐えるレーザガード（IEC 60825-4 参照）により筐体を形成し、内部のレーザビームが外部にクラス 1 の被ばく放出限界（AEL）を超えた人体の被ばく状態が常時継続的に起きない設計になっている場合、レーザ製品は、JIS C 6802 によればクラス 1 に分類されることになるでしょう。もし、外部にレーザビームが漏れるなら、JIS C 6802 の p21 の「9.クラス分けの測定」にしたがって評価してクラス 1 の条件を満足する必要があります。
　試験は、以下の引用の下線の規定のように、「上記の試験は，合理的に予見できる個々のそしてすべての単一故障条件で実施しなければならない。」となっているので、クラス 4 の「組込形レーザ」の検査資料に照射するための光学系も含めて、外部からアクセスパネルや試料の出し入れの開閉ドアなどを設ける必要があるでしょう。その場合のアクセスパネルや開閉ドアにはセーフティインタロックが要求されるでしょう（JIS C 6802 4.3.1 参照）。

JIS C 6802　9.　クラス分けのための測定　の規定抜粋（下線は当協会による）
「**9.1　試験**　試験では，測定過程におけるすべての誤差及び統計学上の不確かさ（**IEC 61040** 参照）並びに経時的な放射光の増加及び放射安全性の低下を考慮しなければならない。使用者の特別な要求によって，追加試験が課せられる場合がある。
　運転中の試験は，製品のクラス分けを決定するために用いなければならない。運転，保守及びサービス中の試験もまた，セーフティインタロック，ラベル及び使用者への情報に関する要求事項を決定するために適切に用いなければならない。上記の試験は，合理的に予見できる個々のそしてすべての単一故障条件で実施しなければならない。しかし，制限された時間内だけ *AEL* を超えて放射が行われるような故障，また，製品が運転休止になる前に（運転中に），人体への被ばくが発生することが合理的に予測で

きないような故障は考慮する必要はない。」

内蔵するレーザが、クラス４であることから、このクラス４の囲い（レーザガード）の構造に満たすべき要件があります。

クラス分けの条件は、JIS C 6802 では、装置の合理的に予知できる単一故障条件のもとで、クラス分けの測定を行い、クラス１の指定された被ばく放出限界（AEL 値）を超えない条件であることが必要です。囲いに取り外し可能なアクセスパネル、開閉ドアなどが設けられている場合は、JIS C 6802 4.3.1 のアクセスパネルおよびセーフティインタロックの条件が要求されます。アクセスパネル、開閉ドアを外した場合に漏れるレーザパワーはクラス１の AEL のレベルを超えないこと、しかもインタロックスイッチの単一故障条件の下でも、このクラス１の AEL を超えて放射が人体に被ばくを及ぼすことは防止される必要があります。したがって、インタロックに用いるスイッチでビームをオン、オフする構造では、機械的な故障が装置で 1 つが発生し、クラス１を超えたビームエネルギーが放出され続けることは禁止されなければならないし、それを制御するスイッチの信頼性は、万一故障してもビームの放出が禁止される必要があります。すなわち、システムの信頼性が十分に高いことが必要です。この事態に対処する例では、スイッチを 2 重に直列配置し、1 つのスイッチが欠損してもスイッチ機能が持続し、故障したスイッチが装置の異常を表示し、2 個が故障することが未然に防止できる設計などが要求されます。単一故障によるクラス１を超えた人体の被ばく状態が絶対発生してはならない対策が必要です。

以下のインタロックスイッチの例示は Brian Tozer 博士（IEC TC 76/WG 5 convener）によるものです。（Brian A. Tozer 博士の光産業技術標準化シンポジウム（2000 年 11 月 20 日開催@芝パークホテル）講演予稿集から抜粋）

例示

i) インタロックスイッチの設計

ドアやアクセスパネルのインタロックスイッチは能動的に遮断（図 1 参照）する動作でなければならない。あるいは，磁気又は近接スイッチを用いる場合は，それらを安易に無効化することを防止するために，コード化しなければならない。

単純なマイクロスイッチ使用のインタロックは，以下の図 2 に示される理由により容認されない。

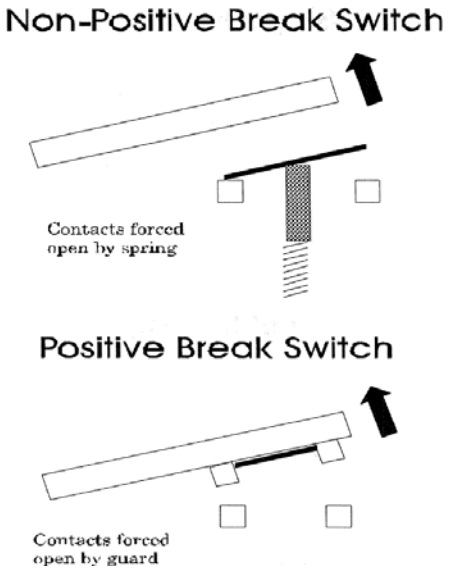

図 1.　接点はバネ力で開放される（非能動遮断スイッチ：上）
接点はガードにより強制的に開放される（能動遮断スイッチ：下）

ii)　インタロックの信頼性に対する要求事項

クラス 3B と 4 レーザシステムに用いられるインタロックシステムは，故障した場合，フェールセーフでなければならない。そして故障を修復するまで現状復帰できないようにしなければならない。このため，例えば 2 個のマイクロスイッチを並列にして用いるインタロックスイッチは，1 個のマイクロスイッチが故障した時にシステムはフェールセーフであっても，受け入れられない，これは，故障スイッチを修理することなしにシステムを再稼動することができるからである。

ダブルリレー構成（図3）は接点が溶着しても，冗長性で安全性の機能を維持し，レーザをオフにすることができる。しかしながら，ユーザにはシステムの2重の接点が減少して単一の接点のリレーの動作条件になったこと，そして故障時の安全性が低下していることに気づかない。

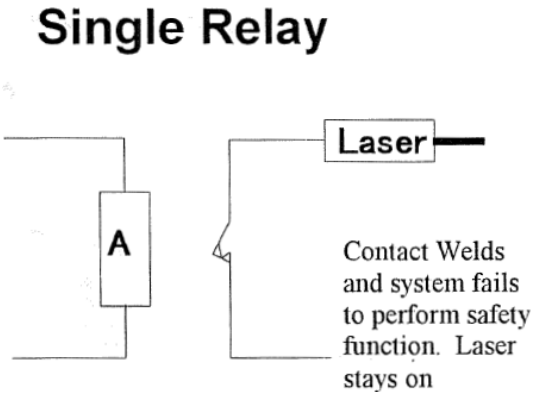

図 2.　単一のリレー

接点が溶着するとシステムは安全性の機能を維持できず，レーザがオン状態のままになる。

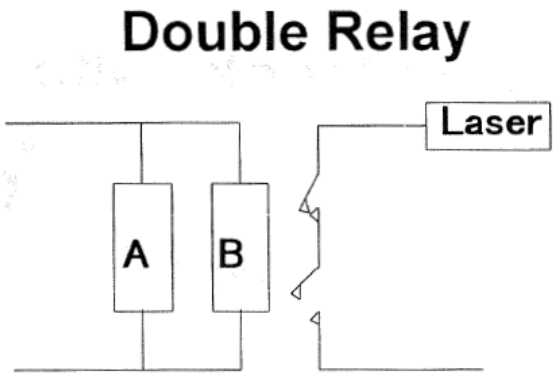

図 3.　ダブルリレー

接点が溶着しても冗長性により安全性の機能を維持し，レーザはオフにできるが・・・

図 4（自己点検を備えたダブルリレー）はレーザ製品で用いるインタロックスイッチとして EU の要求事項に合致するシステムである。

自己点検ダブルリレー（図4）もまた、接点が溶着しても，冗長性により安全性の機能が維持し，レーザはオフ状態にされる。接点の点検用の電子回路は接点の溶着を検出し、リセットを不可能にする。安全性機能は常に維持され，EN954-1 のカテゴリ3と 4 のシステムに適合する。

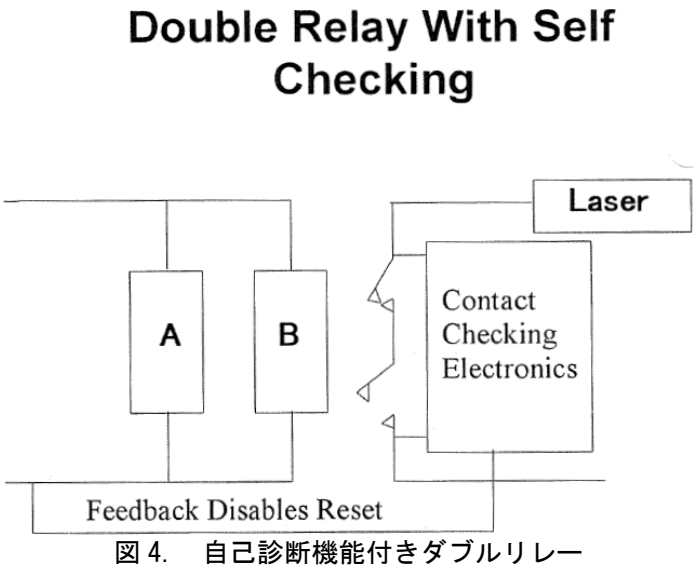

図 4.　自己診断機能付きダブルリレー

装置のカバーを開放しての保守は、クラス４を内蔵したレーザ製品では、専門知識の乏しいユーザが行うと、クラス４の被ばくを受ける可能性があり、IEC 国際規格の最新版（2007 発行版）では保守作業に含めることは禁じられています。クラス３B 以上に被ばくする可能性のある保守作業は、サービス作業に含めることが決まっています。サービス作業はメーカの訓練を受けた十分な安全知識を持ったものだけが実施する作業であり、作業手順はサービスマニュアル内に規定されるものと定められています。したがって、保護めがねを着用しても、ユーザが行うことは保守作業から除外され、サービスマンの行うべき作業と定められています。

クラス３R 以上の組込形レーザを持ったクラス１の組込形レーザ製品（JIS 6802 4.3.1 の表参照）は、インタロックをつけない場合は工具を用いてしか取り外しができないカバーの構造が要求されています。さらに、カバーには注意書きを記載したラベルを貼付(JIS C 6802　5.9 参照)することが必要です。

JIS C 6802:2005 5.9 抜粋（下線を追記し、一部はわかりやすく書き換え。）

5.9　アクセスパネルに対するラベル

5.9.1　パネルに対するラベル　各接続，保護きょう体の各パネル及び保護囲いの各アクセスパネルは，取外したり又は移動したりしたとき，クラス 1 に対する *AEL* を超えるレーザ放射を人体が被ばくするおそれがある場合には，次の語句が書かれたラベルをてん(貼)付しなければならない（クラス 1 の組込形レーザ製品に対しては，説明語句は，ラベルの代わりに使用者向けの情報に含めてもよい。）。

注意 ― ここを開くとレーザ放射が出る

次の場合には，次の語句をそれぞれ伴わなければならない。

「注意 ― ここを開くとクラス４のレーザ放射が出る
ビームや散乱光の目又は皮膚への被ばくは危険！
見たり触れたりしないこと」

5.9.2　セーフティインタロックパネルに対するラベル　セーフティインタロックを容易に解除することができ，かつ，そのときクラス 1 の *AEL* を超えるレーザ放射を人体が被ばくするおそれがあるときには，適切なラベルを各セーフティインタロックとはっきりと関連付けておかなければならない。そのようなラベルは，インタロックを解除する前及び解除している間は，見えていなければならないし，また，保護きょう体の取外しによってできた開口部の極めて近い所になければならない。このラベルには，**5.9.1　a)**～**g)**に規定した語句において“ここを開くと”の初めの語句を変え，

「注意 ―ここを開き，そしてインタロックを解除すると、
クラス４のレーザ放射が出る
ビームや散乱光の目又は皮膚への被ばくは危険！
見たり触れたりしないこと」

とする。

その他、各種ラベル類が要求に応じて添付すること、又はユーザ向け情報マニュアルに記載することが規定されています。（JIS C 6802 5.　ラベル、6.　その他の必要な情報　など）

結論としては、

①クラス１のレーザ製品には、製造上の要件を満たせば分類が可能です。但し、合理的に予知可能な単一故障条件のもとでもクラス１のAELを超えた人体への被ばくがあってはならない十分な対策が施され

ていること、ラベル、マニュアル（サービス、保守マニュアルなど）が規格に準拠していることが条件となります。（JIS　C 6802 p10～30）を参照ください。

②**『装置周囲環境：クラス 1　本装置はクラス 4 レーザ製品を搭載していますが、装置周囲はクラス 1 となっています』**のような表示のラベル貼付の規定はありませんが、使用者に提供するべき情報として IEC 60825-1（2007 改正）の 6.1 節　d）に組込型レーザの規定が追加になっています。6.1 使用者に対する情報の c,d と 6.2 購入及びサービスのための情報の a の抜粋（訳文）を以下に引用します。まだ JIS には改正が反映されていませんが、組込形レーザの仕様をユーザに情報提供しなければならないことになっています。

IEC 60825-1(2007)訳文の抜粋（下線は当協会による）

6.　その他の必要な情報

6.1　使用者に対する情報

レーザ製品の製造業者は，レーザ製品に標準で添付するか又は他の形で使用者に提供する説明書又は取扱説明書に，必ず次の **a)**～**g)**について記述しなければならない。

以下に示された安全関連情報を提要すること，そして，どのような追加の情報が関連し，そして提供されなければならないかを決定することは製造業者の責任となる。

c)　クラス１以上のレベルのレーザ放射，運転，保守手順の実施中に保護筐体から放出される全ての放射パターンについての記述，文言は適切な方法で記述されなければならない。適用できる場合は，これは適切単位を含むべきである：

- 波長
- ビーム広がり角，
- パルス持続時間と繰り返し率（又は不規則パルスパターンの記載）
- 最大パワー又はエネルギー出力

適切な場合は，製造時点後での測定値に加算される測定値の増加分と累積測定誤差不確かさを含む値は含まれなければならない。意図せずに生じたモード同期に起因するパルス持続時間は，規定しなくてよい。ただし，意図しなくてもモード同期を生じることが分かっている製品についてのモード同期の条件は，規定する。超短パルスに対しては，放射のバンド幅（例えば放射の波長範囲）は規定されなければならない。

d)　組込形レーザ製品及び他の内蔵されたレーザ製品に対して，同様な情報は，内蔵されているレーザを記述するため規定しなければならない（項目 **c**）参照）。また，その情報には，危険なレーザ放射による不慮の被ばくを避けるために，使用者に対する適切な安全上の指示を含めなければならない。これは特にクラス１，クラス１M，クラス 2 又はクラス２M として分類されるが保守の間これらのクラスの AEL を超えた放射レベルに被ばくするビーム内観察状態があるような組み込み型レーザ製品に関連する。この場合には，製造業者はレーザ装置のビーム内観察状態は妨げられなければならないことの警告を含めなければならない。

6.2　購入及びサービスのための情報

レーザ製品の製造業者は，次のものを提供するか，又は提供がなされるようにしておかなければならない。

a)　カタログ，仕様書及びパンフレットのすべてに，レーザ製品のクラス分け及び **6.1 b)**で要求された警告が記述されなければならない。

なお、装置を購入する会社が、上記も含め安全対策、リスク分析結果をメーカ側に求めて（改正労働衛生法第 28 条第 2 項（労働者の危険又は健康障害を防止するための措置）を実施する一環として）、設備の売買取引時に安全性に万全を期す動向になっていることも留意する必要があります。

以上